

## INK JET HEAD

**Publication number:** JP60038163 (A)

**Publication date:** 1985-02-27

**Inventor(s):** IWASAKI KIYUUHACHIROU; YAMAMURO SATORU

**Applicant(s):** RICOH KK

**Classification:**

- **international:** **B41J2/045; B41J2/055; B41J2/16; B41J2/045; B41J2/055; B41J2/16;** (IPC1-7): B41J3/04

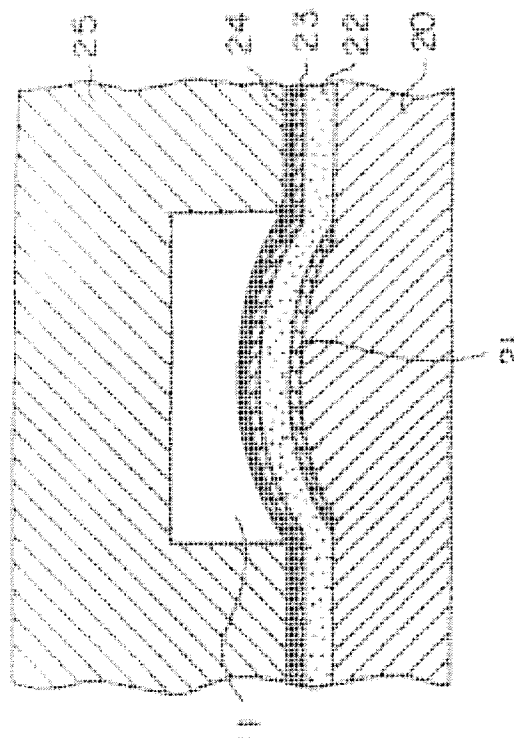
- **European:** B41J2/16D; B41J2/16M1; B41J2/16M3

**Application number:** JP19830146867 19830811

**Priority number(s):** JP19830146867 19830811

### Abstract of JP 60038163 (A)

**PURPOSE:** To obtain an ink jet head having a piezoelectric polymer as a press element, by providing a plurality of conductive layers on a base plate comprising a non-conductive material and covering the base plate and the conductive layer with three layers of a piezoelectric polymer layer, a separate conductive layer and a protective layer. **CONSTITUTION:** A base plate 20 is formed of a non-conductive material and a plurality of conductive layers  $E_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) on the base plate. A piezoelectric film 22 comprising PVDF is adhered to said conductive layers and a conductive layer  $E_g$  23 is formed by the vapor deposition of a conductive material and a protective layer 24 having ink resistance is further formed.; An ink flowline forming body 25 is brought into contact with said protective layer 24 so that ink pressurizing chamber 11 comes to the position corresponding to each conductive layer  $E_i$  21 and the conductive layer  $E_g$  is used as a common electrode to respectively independently apply an electric signal to the conductive layers  $E_i$ .



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-38163

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)2月27日

B 41 J 3/04

1 0 3

7810-2C

審査請求 未請求 発明の数 2 (全14頁)

⑭ 発明の名称 インクジェットヘッド

⑮ 特 願 昭58-146867

⑯ 出 願 昭58(1983)8月11日

⑰ 発 明 者 岩 崎 久 八 郎 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
⑱ 発 明 者 山 室 哲 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
⑳ 代 理 人 弁 理 士 高 野 明 近

明 細 書

1. 発明の名称

インクジェットヘッド

2. 特許請求の範囲

(1). 振動素子として圧電性高分子を用いたインクジェットヘッドにおいて、

(a) 非導電材料からなる基板と、

(b) 該基板上に形成された複数の導電層E<sub>i</sub>  
(*i* = 1, 2, … *n*) と、

(c) 該基板と前記複数の導電層を覆うごとく一体的に形成された圧電性高分子層と、

(d) 該圧電性高分子層を覆うごとく一体的に形成された導電層E<sub>g</sub>と、

(e) 該導電層E<sub>g</sub>を覆うごとく一体的に形成された保護層と、

(f) 前記複数の導電層E<sub>i</sub>に対応する位置にインク加圧室を形成し、該インク加圧室の一端にインク噴射ノズル部を、他端にインク供給部形成するがごとく、前記保護層上に当接されたインク流路形成体と、

からなり、前記導電層E<sub>g</sub>を共通電極とし、前記導電層E<sub>i</sub>に各々独立に電気信号を印加するようにしたことを特徴とするインクジェットヘッド。

(2). 前記非導電材料からなる基板の前記導電層E<sub>i</sub>部に対応する部分を薄い支持基板としたことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載のインクジェットヘッド。

(3). 前記非導電材料から成る基板の前記導電層E<sub>i</sub>部に対応する部分を、一部空洞又は全面空洞としたことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載のインクジェットヘッド。

(4). 振動素子として圧電性高分子を用いたインクジェットヘッドにおいて、

(a) 非導電材料からなる基板と、

(b) 該基板上に一体的に形成された第1の導電層E<sub>g</sub>と、

(c) 該第1の導電層E<sub>g</sub>を覆うごとく一体的に形成された第1の圧電性高分子層と、

(d) 該圧電性高分子層上に形成された複数の導電層E<sub>i</sub> (*i* = 1, 2, … *n*) と、

- (e) 前記圧電性高分子層と前記複数個の電極を覆うごとく一体的に形成された第2の圧電性高分子層と、
  - (f) 該第2の圧電性高分子層を覆うごとく一体的に形成された第2の導電層Egと、
  - (g) 該第2の導電層Egを覆うごとく一体的に形成された保護層と、
  - (h) 前記複数の導電層Eiに対応する位置にインク加圧室を形成し、該インク加圧室の一端にインク噴射ノズル部を、他端にインク供給部を形成するがごとく、前記保護層上に当接されたインク流路形成体と、
- からなり、前記導電層Egを共通電極とし、前記導電層Eiに各々独立に電気信号を印加するようにしたことを特徴とするインクジェットヘッド。
- (5).前記非導電材料からなる基板の前記導電層Ei部に対応する部分を薄い支持基板としたことを特徴とする特許請求の範囲第(4)項に記載のインクジェットヘッド。
- (6).前記非導電材料から成る基板の前記導電層E

するため、駆動回路の小型化に限界があり、後者は熱パルスによつて気泡の発生を繰り返すため、耐久性の点で問題があつた。而して、インクジェットヘッドは、印写信号に応じてインク室の体積を減少させてつまりインク室のインクを加圧してインク滴を噴射させるものであり、当然のことながら、その加圧手段として圧電性高分子を使用することができる。この圧電性高分子には、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、フッ化ビニリデン・三フッ化エチレンの共重合体(Poly-VDF-TrFE)、あるいは、PVDF/PZT、ゴム/PZT、ポリアセタール/ゴム/PZT、エポキシ/PZTなどの高複合物圧電体などがあるが、これらの圧電性高分子は、

- (a).可撓性があり曲面加工性がよい。
- (b).薄膜化・大面積化が容易である。
- (c).軽い。

などのすぐれた特徴をもっている。

これに対して、無機圧電体は固く、力学的変化

i部に対応する部分を、一部空洞又は全面空洞としたことを特徴とする特許請求の範囲第(4)項に記載のインクジェットヘッド。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 技術分野

本発明は、インク室のインクを加圧してインク滴を噴射するインクジェットヘッド、より詳細には、インク室のインクを加圧する加圧素子として、圧電性高分子を用いたインクジェットヘッドに関する。

#### 従来技術

インクジェット記録装置は周知であり、そのためのインクジェットヘッドも種々提案されたており、代表的なものに、セラミック電歪素子を用いたインクジェットヘッドがあるが、このヘッドは、インク加圧部の面積が大きくなれば電歪素子が大きく、マルチ化に限界があつた。その他に、電界又は磁界の作用を利用したインクジェットヘッド、或いは、バブルによるインクジェットヘッド等も提案されているが、前者は比較的高電圧を要

に臨む。

#### 目 的

本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、特に、インクジェットヘッドに圧電性高分子を効果的に用いて、低電圧で駆動できる大規模集積化可能で、かつ量産性に優れたインクジェットヘッドを提供することを目的としてなされたものである。

#### 構 成

本発明の構成について、以下、実施例に基づいて説明する。

#### 実施例1

この実施例は、インク室のインクを加圧してインク滴を噴射するインクジェットヘッドにおいて、加圧素子に圧電性高分子例えばポリフッ化ビニリデン(PVDF)を用いたマルチノズルインクジェットを実現したものである。

最初に、上記圧電性高分子を用いたインクジェットヘッドの動作原理について第1図を参照しながら説明する。

第1図において、1はインク室、2はインク加圧素子、3はインク滴で、インク室1内のインクを加圧してインク滴を噴射させるには、インクを加圧したときの実効変位量がインク滴の体積に略等しくなければならない。すなわち、今、ここに約 $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ のノズルからインク滴を噴射させた場合、 $V_0 = 4/3 \cdot \pi (70/2)^3$  ( $\mu\text{m}^3$ ) に略等しい実効変位量が要求されることになる。このように、インクジェットヘッドにおいては、かかる実効変位量を得ることが鍵となるので、ここにその変位量について算出する。

第1図において、O、OAおよびABはそれぞれ、PVD Fを湾曲させたときの曲率中心、曲率半径および弦を表わす。またOから弦ABに垂線を下したとき、その底をHとし、直線OHと弧ABとの交点をPとする。この湾曲した厚さ $t$ の圧電性高分子に電圧 $V$ をかけると、横効果すなわち圧電定数 $d_{31}$ の効果で、縦方向すなわち厚み方向の $(=PQ (= \Delta R))$ に変換することができ、変形前の形が半径 $R$ の円弧で、変形後に二次

曲線になるとすると、中心部の変位 $PQ (= \Delta R)$ は、

$$\Delta R = \frac{3}{2} R d_{31} \cdot \frac{V}{t} \quad \dots \dots (1)$$

で与えられる。本実施例は、この電圧駆動による $\Delta R$ の変位を利用して、インクを加圧し、インク滴を噴射させるものである。

(1)式は、円弧の張る角を $\alpha$ としたとき、 $9.75^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ の範囲で成立する。ここで、 $d_{31} = 40 \text{ PC/N}$ とし、 $t = 20\mu\text{m}$ のPVD Fフィルムを用いると、

$$\Delta R (\mu\text{m}) = 3 \times 10^{-4} R (\mu\text{m}) \cdot V (\text{Volt}) \quad \dots \dots (2)$$

を得る。(2)式より、大きな変位 $\Delta R$ を得るには、大きな曲率半径をもつた湾曲がよいことがわかる。しかるに、曲率半径 $R$ は、 $R = (a/2) / \sin(\alpha/2)$ であるから、ここに $R$ の最大値は、 $\alpha = 9.75^\circ$ のとき、すなわち、

$$R = (a/2) / \sin 4.875^\circ \quad \dots (3)$$

となる。

さて、実効変位量 $\Delta V_{\text{eff}}$ は、(a) AQBPAで囲まれた変位面積 $\Delta S$ と、(b)第2図のように湾曲したPVD Fフィルムの弦ABに対する垂直方向の長さ $l$ と、(c)インクを噴射させるときの実効効率 $\eta$ との積、すなわち、 $\Delta V_{\text{eff}} = \eta \cdot \Delta S \cdot l$ で表わせる。したがって、

$$\begin{aligned} \Delta V_{\text{eff}} &= \eta \cdot \Delta S \cdot l \\ &= \frac{4}{3} \pi \times \left(\frac{70}{2}\right)^3 (\mu\text{m}^3) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

なる関係が実現したときに、インクが噴出する。

実効変位量 $\Delta V_{\text{eff}}$ を算出するにあたっては、まず変位面積 $\Delta S$ の算出が必要なので、それから計算することにする。ここでわかりやすくするため、第3図のように曲率中心を原点とした(X, Y)座標を考える。この座標より、二次曲線AQBと円弧APBとを求め、そこから変位面積 $\Delta S$ を求めると、

$$\begin{aligned} \Delta S &= \frac{a}{3} (3R + 2\Delta R - b) \\ &- R^2 \left\{ \frac{\pi}{2} + \frac{a}{2R} \sqrt{1 - \left(\frac{a}{2R}\right)^2} - \cos^{-1} \left(\frac{a}{2R}\right) \right\} \quad \dots \dots (5) \end{aligned}$$

が求められる。

第1図において、 $a$ 、 $b$ 、 $R$ について、 $b(2R - b) = (a/2)^2$ 、すなわち、 $b = R \{ 1 - \sqrt{1 - (a/2R)^2} \}$  ( $0 < b < R$ )なる関係が成立している。そこで、これを(5)式に代入して、

$$\begin{aligned} \Delta S &= \frac{a}{6} \{ 4(R + \Delta R) - R \sqrt{1 - \left(\frac{a}{2R}\right)^2} \} \\ &- R^2 \left\{ \frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \left(\frac{a}{2R}\right) \right\} \quad \dots (6) \end{aligned}$$

を得る。 $\Delta S$ を求めるためには、 $a$ と $R$ と $\Delta R$ の値が必要である。弦の長さ $a$ を与えると、(3)式より $R$ が求まり、それによつて(2)式より $\Delta R$ が電圧の関数として求まる。斯様にして、与え

られた  $a$  と、 $R$  と  $\Delta R$  とを (6) 式に代入して  $\Delta S$  を求め、次に、これを (4) 式に代入すれば、ここに特定の弦の長さ  $a$  に対するインク加圧時のインク噴射条件を  $V$ 、 $\eta$ 、 $l$  の3つの関係として決定できる。

例 弦の長さ  $a$  を、 $a = 170 \mu\text{m}$  とすると、(3) 式より、

$$R = (170 / 2) / \sin 4.875^\circ = 1000 \cdot 210 \mu\text{m}, \text{ また、(2) 式より、}$$

$$\Delta R (\mu\text{m}) = 3.00063 \times 10^{-4} V (\text{volt}),$$

となり、これらを (6) 式に代入すると、

$$\Delta S = (3.401 \times 10^{-4} V - 0.198) \mu\text{m}^2$$

となる。これを (4) 式に代入して、

$$\eta l (3.401 \times 10^{-4} V - 0.198) = 179600 (\mu\text{m}^3)$$

なるインク加圧時のインク噴射条件を得る。ここで、印加電圧  $V$  を  $V = 50 \text{ Volt}$  とすると、前記  $\eta l$  は、 $\eta l = 10.69$  となる。なお、この効率  $\eta$  と長さ  $l$  の関係は表 1 に示す通りである。た

だし表 1 において、 $a = 170 \mu\text{m}$ 、 $V = 50 \text{ Volt}$ 、 $d_{31} = 40 \text{ PC/N}$ 、 $t = 20 \mu\text{m}$  である。なお、この場合、初期の曲率半径  $R$  は  $1.00 \text{ mm}$  であり、印加電圧  $50 \text{ Volt}$  をかけたときの中心部の変位  $\Delta R$  は  $0.150 \mu\text{m}$  である。

表 1

$\eta (\%)$	$l (\text{mm})$
100	10.7
50	21.4
25	42.7

第 4 図乃至第 8 図は、種々の弦の長さ  $a$  に対する効率  $\eta$  と長さ  $l$  の積  $\eta l$  の関係を、各印加電圧に対してプロットしたもので、各図とも  $d_{31} = 40 \text{ PC/N}$ 、 $t = 20 \mu\text{m}$  である。また、表 2 には、種々の弦の長さ  $a$ 、曲率半径  $R$ 、弦と円弧の中心間の長さ  $b$ 、及び印加電圧  $V$  に対する中心部の変位  $\Delta R$  及び効率  $\eta$  と長さ  $l$  の積  $\eta l$  のそれ

ぞれの値を示すが、斯様にして、湾曲した PVD F を電圧駆動することによつてインクを加圧すると、インク滴を噴射することができる。なお、厚さを小さくすると、印加電圧  $V$  をそれだけ低くすることができる。

表 2

$a$	$R (\text{mm})$	$b (\mu\text{m})$	$V (\text{volt})$	$\Delta R (\mu\text{m})$	$\eta l$
70 $\mu\text{m}$	0.41	1.49	200	0.25	15.6 $\text{mm}$
			100	0.12	31.3 $\text{mm}$
170 $\mu\text{m}$	1.00	3.62	100	0.30	5.3 $\text{mm}$
			50	0.15	10.7 $\text{mm}$
230 $\mu\text{m}$	1.35	4.90	75	0.30	3.8 $\text{mm}$
			50	0.20	5.8 $\text{mm}$
340 $\mu\text{m}$	2.00	7.24	30	0.18	4.5 $\text{mm}$
			20	0.12	6.7 $\text{mm}$
			10	0.06	13.9 $\text{mm}$
400 $\mu\text{m}$	2.35	8.51	30	0.21	3.2 $\text{mm}$
			20	0.14	4.9 $\text{mm}$
			10	0.07	10.0 $\text{mm}$
500 $\mu\text{m}$	2.94	10.6	30	0.26	2.1 $\text{mm}$
			20	0.18	3.1 $\text{mm}$
			10	0.09	6.4 $\text{mm}$
1.0 $\text{mm}$	5.88	21.3	20	0.35	0.78 $\text{mm}$
			10	0.18	1.6 $\text{mm}$
			5	0.09	3.3 $\text{mm}$
5.0 $\text{mm}$	29.4	106	20	1.77	31 $\mu\text{m}$
			10	0.88	64 $\mu\text{m}$
			5	0.44	134 $\mu\text{m}$
7.5 $\text{mm}$	44.1	160	10	1.32	28 $\mu\text{m}$
			5	0.66	59 $\mu\text{m}$
10.0 $\text{mm}$	58.8	213	10	1.77	16 $\mu\text{m}$
			5	0.88	33 $\mu\text{m}$
20.0 $\text{mm}$	118	426	10	3.53	4 $\mu\text{m}$
			5	1.77	8 $\mu\text{m}$

第9図は、P V D Fを用いてマルチノズルのインクジェットヘッドを構成する場合の一例を説明するための図、さきに示した第2図は、第9図のD部の詳細図に相当する。図中、11はインク加圧室、12はインク噴射ノズル、13はインク供給部で、この例は、図示のように、P V D Fの横振動方向すなわち第2図に示したA B方向をマルチノズルの並び方向と同じにするようにしたものである。すなわち、高解像度の印字をおこなうマルチノズルのインクジェットでは、インク流れに垂直方向のインク加圧室の幅を大きくとれず、たとえば、8ドット/mmの解像度をもつインクジェットでは、一次元アレイのマルチノズルの場合は約70μmの幅、ちどり状アレイのマルチノズルの場合は約170μmの幅、また四段配列のマルチノズルの場合は、約400μmの幅しかとれない。このような微細加工を伴なうインク加圧室においては、第9図に示されるように、圧電性高分子の伸縮方向がマルチノズルの並び方向と同じとなるように設置しなければならない。

⑦感光性ガラスにエッチングでノズル、インク加圧室、インク供給部等を形成したインク流路形成体25を各インク加圧室が各導電層E iに対応する位置に機械的または接着等化学的手段により当接する。

第12図は他の製造方法を説明するための図で、(a)図は分解図、(b)図は組立工程図で、この場合は以下のようにして製作する。

①ガラス、樹脂等の非導電材料で通気孔をもった支持基板30を形成する。

②一軸低温延伸をし、分極処理を施したP V D F圧電性フィルム31の片面の全面にA 2等の導電性材を真空蒸着して導電層E g 32を形成する。

③導電層32上にS i O<sub>2</sub>、S i<sub>2</sub>N<sub>3</sub>等耐インク性のある物質でC V D法等により保護層33を形成して34を形成する。

④該保護層34をフラットな支持基板35上にきつちりと張りつめる。

⑤感光性ガラスにエッチングでノズル、インク加

第10図は、上述のごときインクジェットヘッドの一製造方法の一例を説明するための要部構成図、第11図は第10図のD部の詳細図で、図中、20は基板、21は導電層、22はP V D F層、23は導電層、24は保護層、25はインク流路形成体で、該インクジェットヘッドは、例えば以下のようにして製作される。

①ガラス、樹脂等の非導電材料で基板20を形成する。

②該基板上に電極E i形成部、リード線形成部を残し、フォトリジスト等でマスキングを行なう。

③A 2等の導電材を蒸着し、電極E i(導電層)21およびリード線(図示せず)を形成する。

④一軸低温延伸し分極処理を施して得たP V D Fの圧電性フィルムを接着して、圧電性のP V D F層22を形成する。

⑤A 2等の導電材を蒸着等して導電層23を形成する。

⑥S i O<sub>2</sub>、S i<sub>2</sub>N<sub>3</sub>等耐インク性のある物質でC V D法等により保護層24を形成する。

圧室、インク供給部等を形成したインク流路形成体36に、前記保護層34を接着する。

⑦フラットな支持基板35をはずし、全面電極32の反対側のP V D F上に各インク加圧室に対応する電極形成部及びリード線形成部を残し、メタルマスク等でマスキングを行なう。

⑧A 2等の導電材を蒸着し、電極E i(導電層)37及びリード線(図示せず)を形成する。

⑨支持基板30を、その湾曲部が各導電層E i(各インク加圧室に対応)に対応する位置に設置し、圧電性フィルム31の各導電層E i間と基板30の各湾曲部間とを機械的または接着等化学的手段により当接する。

以上、上記インクジェットヘッドによれば、電極層、P V D F層、電極層、保護層の全てを一体加工することができるので、生産性に優れたインクジェットヘッドを提供することができる。

#### 実施例2

この実施例は、インク室のインクを加圧してインク滴を噴射するインクジェットヘッドにおいて、

加圧素子に圧電性高分子、例えば、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)を用い、該圧電性高分子をバイモルフ構造としたインクジェットヘッドを実現したものである。

圧電性高分子膜は、膜面に垂直に印加した電場により面内の一方向へ伸縮する。この振動は微小な変位だが、バイモルフ構造をとることにより $10^4$ 倍程度に拡大し得る。本実施例は、この圧電性高分子バイモルフの非常に大きい振幅をインクジェットヘッドに応用したものである。

最初に、上記バイモルフ構造のインクジェットヘッドの動作原理について第13図を参照しながら説明する。

第13図において、1はインク室、2'はインク加圧素子(バイモルフ圧電性高分子)、3はインク滴で、インク室1内のインクを加圧してインク滴を噴射させるには、インクを加圧したときの実効変位量がインク滴の体積に略等しくなければならない。すなわち、今ここに約 $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ のノズルからインク滴を噴射させた場合、前

述のように

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi \times \left(\frac{70}{2}\right)^3 (\mu\text{m}^3) \text{ に略等しい実効変位量が要求されることになる。このように、この実施例においても、かかる実効変位量を得ることが鍵となるので、ここにその変位量について算出する。}$$

第13図において、O、OAおよびABはそれぞれ、バイモルフが湾曲したときの曲率中心、曲率半径および弦をあらわす。また、Oから弦ABに垂線を下したとき、その底をHとし、直線OHと弧ABとの交点をPとする。バイモルフに電圧を印加すると、一方が縮み他方が伸びるが、弧ABは中立線と云つて、伸縮のない線である。例えば、ここでは $9\mu\text{m}$ の厚さのポリフッ化ビニリデン(PVDF)膜を2枚貼り合わせたバイモルフの場合について考える。この貼り合わせるためのエポキシ層については、 $1\mu\text{m}$ 以下にすることができ、このバイモルフに電圧を印加すると、一

方が縮み他方が伸びるので、一方の端を固定すると、他の自由端は曲がりにより変位し、その曲率半径Rの逆数と印加電圧Vとの関係は、 $V=0$ のときの初期曲率を無限大(完全に水平)とすれば、

$$\frac{1}{R} (\text{cm}^{-1}) = 5.87 \times 10^{-4} V (\text{volt}) \quad \dots \dots \dots (7)$$

で与えられる。

上述の様に、本発明は、電圧駆動によるインク室凸の曲率変化を利用してインクを加圧し、インク滴を噴射させるものである。

ここで、実効変位量 $\Delta V_{\text{eff}}$ は、APBHAで囲まれた変位面積 $\Delta S$ と、第14図のように湾曲したときのPVDFフィルムの弦ABに対する垂直方向の長さ $l$ と、インクを噴射させるときの実効効率 $\eta$ との積、すなわち、 $\Delta V_{\text{eff}} = \eta \cdot \Delta S \cdot l$ であらわせる。従つて

$$\Delta V_{\text{eff}} = \eta \cdot \Delta S \cdot l = \frac{4}{3} \pi \times \left(\frac{70}{2}\right)^3 (\mu\text{m}^3) \quad \dots \dots \dots (8)$$

なる関係が実現したときに、インクが噴射する。

実効変位量 $\Delta V_{\text{eff}}$ を算出するにあたっては、まず、変位面積 $\Delta S$ の算出が必要なのでそれを計算することにする。ここでわかりやすくするため、第15図のように、曲率中心を原点とした(x, y)座標を考える。今バイモルフの中立線である弧AB長さをc、弦ABの長さをa、また、湾曲の中心部の変位PHの長さをbとすれば、

$$\Delta S = R^2 \left\{ \frac{\pi}{2} - \frac{a}{2R} \sqrt{1 - \left(\frac{a}{2R}\right)^2} - \cos^{-1} \left(\frac{a}{2R}\right) \right\} \quad \dots \dots (9)$$

$$\text{ただし、} \quad a = 2R \sin \left(\frac{c}{2R}\right)$$

$$b = R \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{a}{2R}\right)^2} \right\} \quad \dots (10)$$

$$(0 < b < R)$$

である。従つて、上記式(7),(9),(10)より、一定の中立線の長さ $c$ をもつたバイモルフに駆動電圧 $V$ をかければ、弦 $AB$ の長さ $a$ 、そして変位面積 $\Delta S$ が求まる。次に、この $\Delta S$ を(8)式に代入して、ここにバイモルフの特定の中立線の長さ $c$ と駆動電圧 $V$ に対するインク加圧時のインク噴射条件を、 $\eta$ 、 $l$ の関係として決定できる。

例

例えば、 $c = 170 \mu\text{m}$ 、 $100 \text{ Volt}$ の場合、効率 $\eta$ と長さ $l$ との関係は表3に示すとおりである。このとき、変位したときのバイモルフの弦の長さは、 $a = 169.999 \mu\text{m}$ であり、これは中立線の長さ $170 \mu\text{m}$ に対し、わずか $0.001 \mu\text{m}$ 短縮しただけであり、 $A$ 、 $B$ 端は固定してよい。また、バイモルフの中心部の変位は $b = 0.21 \mu\text{m}$ である。

表 3

$\eta$ (%)	$l$ (mm)
100	7.47
50	14.9
30	24.9

表 4

$c$	$V(\text{volt})$	$R(\text{mm})$	$b(\mu\text{m})$	$a$	$\eta l$
70 $\mu\text{m}$	200	8.52	0.07	69.9998 $\mu\text{m}$	53.5 $\text{mm}$
90 $\mu\text{m}$	200	8.52	0.12	89.9998 $\mu\text{m}$	25.2 $\text{mm}$
120 $\mu\text{m}$	200	8.52	0.21	119.9990 $\mu\text{m}$	10.8 $\text{mm}$
140 $\mu\text{m}$	200	8.52	0.29	139.9984 $\mu\text{m}$	6.7 $\text{mm}$
	100	17.0	0.14	139.9998 $\mu\text{m}$	13.3 $\text{mm}$
170 $\mu\text{m}$	100	17.0	0.21	169.9993 $\mu\text{m}$	7.5 $\text{mm}$
	50	34.1	0.11	169.9998 $\mu\text{m}$	14.9 $\text{mm}$
190 $\mu\text{m}$	100	17.0	0.28	189.9990 $\mu\text{m}$	5.4 $\text{mm}$
	75	22.7	0.20	189.9995 $\mu\text{m}$	7.1 $\text{mm}$
	50	34.1	0.13	189.9998 $\mu\text{m}$	10.7 $\text{mm}$
200 $\mu\text{m}$	75	22.7	0.22	189.9994 $\mu\text{m}$	6.1 $\text{mm}$
	50	34.1	0.15	189.9998 $\mu\text{m}$	9.1 $\text{mm}$
400 $\mu\text{m}$	50	34.1	0.59	399.9977 $\mu\text{m}$	1.15 $\text{mm}$
	20	85.1	0.23	399.9983 $\mu\text{m}$	2.87 $\text{mm}$
	10	170	0.12	399.9981 $\mu\text{m}$	5.73 $\text{mm}$
500 $\mu\text{m}$	50	34.1	0.92	499.9955 $\mu\text{m}$	0.59 $\text{mm}$
	10	170	0.18	499.9998 $\mu\text{m}$	2.8 $\text{mm}$
	5	341	0.09	499.9995 $\mu\text{m}$	5.9 $\text{mm}$
1.0 $\text{mm}$	10	170	0.73	999.9986 $\mu\text{m}$	367 $\mu\text{m}$
	5	341	0.38	999.9998 $\mu\text{m}$	734 $\mu\text{m}$
2.0 $\text{mm}$	10	170	2.93	1.999989 $\text{mm}$	46 $\mu\text{m}$
	5	341	1.47	1.999987 $\text{mm}$	92 $\mu\text{m}$
2.2 $\text{mm}$	10	170	3.55	2.199985 $\text{mm}$	34 $\mu\text{m}$
	5	341	1.77	2.199996 $\text{mm}$	69 $\mu\text{m}$
2.5 $\text{mm}$	10	170	4.59	2.499978 $\text{mm}$	23 $\mu\text{m}$
	5	341	2.29	2.499994 $\text{mm}$	47 $\mu\text{m}$

第16図乃至第19図は、厚さ $9 \mu\text{m}$ のPVD F膜を2枚貼り合わせたバイモルフの種々の中立線の長さ $c$ と、効率 $\eta$ と長さ $l$ の積 $\eta l$ を、各印加電圧に対してプロットしたものである。

表4は、前記バイモルフPVD Fの種々の中立線の長さ $c$ と印加電圧 $V$ に対する、曲率半径 $R$ 、中心部の変位 $b$ 、弦の長さ $a$ 、および、効率 $\eta$ と長さ $l$ との積 $\eta l$ の値を、それぞれリストしたものであるが、この表からも $c$ と $a$ とはほとんどかわらず、従つて、バイモルフの両端をきつちり固定してよいことがわかる。

第20図は、前記バイモルフ圧電性高分子を用いてマルチノズルのインクジェットヘッドを構成した場合の一部切断斜視図で、図中、11はインク加圧室、12はインク噴射ノズル、13はインク供給部を示すが、この場合は、第20図に示す圧電性高分子の横振動方向すなわち第21図(第20図D部詳細図: 第14図と同じ)に示される $AB$ 方向をマルチノズルの並び方向と同じにする。

第22図は、上記バイモルフインクジェットヘッドの製造方法の一例を説明するための要部断面図で、(a)図は分解部、(b)図は組立図で以下のように製作する。図中、40は基板、41及び45は導電層、42はPVD F層、43は電極 $E_i$ 層、46は保護層、48はインク流路形成体で、該インクジェットヘッドは、例えば、次のようにして製作される。

① ガラス、樹脂等の、非導電材料で基板40を形成する。

②  $A$ 、 $B$ 等の導電材を蒸着等により導電層41を形成する。



- (3) 一軸低温延伸し分極処理を施したPVD Fの圧電フィルムを接着し、PVD F層42を形成する。
- (4) 該PVD F層42上に電極E i形成部、リード線形成部を残し、メタルマスク等でマスキングを行なう。
- (5) A 2等の導電材を蒸着し、電極E i(導電層)43およびリード線(図示せず)を形成して、44を形成する。
- (6) PVD Fの圧電性フィルム42の片面の全面にA 2等の導電材を真空蒸着により導電層45を形成する。
- (7) 該導電層45上にSiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等耐インク性のある物質で、CVD法等により保護層46を形成して47を形成する。
- (8) 感光性ガラスにエッチングでノズル、インク加圧室、インク供給部等を形成したインク流路形成体48に、該47を接着する。
- (9) インク流路形成体48の各インク加圧室が44の各導電層E iに対応する位置に機械的、また

は接着等化学的手段により当接する。

第23図は、他の製造方法を説明するための図で、(a)図は分解図、(b)図は組立工程図で、この場合は、以下のようにして製作する。

- ① 一軸低温延伸をし、分極処理を施したPVD F圧電性フィルム52の片面の全面にA 2等の導電性材料を真空蒸着し、導電層51を形成して53を形成する。
- ② PVD F圧電性フィルム52の片面にA 2等の導電材を真空蒸着して導電層54を形成する。次に導電層54上にSiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等耐インク性のある物質でCVD法等により保護層55を形成して56を形成する。
- ③ 感光性ガラスにエッチングでノズル、インク加圧室、インク供給部等を形成したインク流路形成体57を形成し、それに上記56を接着する。
- ④ 該56の全面電極54と反対側のPVD F上に各インク加圧室に対応する電極形成部及びリード線形成部を残し、メタルマスク等でマスキングを行なう。

- (5) A 2等の導電材を蒸着し、電極E i(導電層)58及びリード線(図示せず)を形成する。
- (6) 該56上に上記53をエポコート等の樹脂で接着し、マルチのバイモルフ構造を形成する。

以上に、本発明の各実施例について説明したが、上記各実施例で、電極を支持基板上に蒸着する製造方法のものは、電極が支持基板に接合されているので、印加電圧によつて圧電性高分子が変位する際の負荷が非常に大きい。以下に示す例は上述のごとき負荷を軽減するようにしたもので、各例は、前記実施例1を改良した形で記載されているが、当然のことながら、実施例2にも適用できるものである。

#### 例1

この例は、第24図及び第25図に示すように(ただし、第25図は第24図のD部の詳細図)、導電層21に対応する基板部分を薄い基板61とすることにより、PVD F層22が上下に振動する際の負荷を軽減できるようにしたもので、これによつて、①変位効率が上がり、そのため②振動

部の面積低減を計ることができより高密度化が可能となり、また、面積をそのままに固定した場合には、③駆動電圧の低減をすることができ、駆動回路の小型化が可能となるものである。

以下に、その製造方法の一例について説明する。

- ① ガラス、樹脂等の、非導電材料で基板20を形成する。
- ② 該基板上に電極E i形成部、リード線形成部を残し、フォトリソグ等でマスキングを行なう。
- ③ A 2等の導電材を蒸着し、電極E i(導電層)21及びリード線(図示せず)を形成する。
- ④ 一軸低温延伸し分極処理を施して得たPVD Fの圧電性フィルムを接着して、圧電性のPVD F層22を形成する。
- ⑤ A 2等の導電材を蒸着等により導電層23を形成する。
- ⑥ SiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等耐インク性のある物質でCVD法等により、保護層24を形成する。
- ⑦ 前記基板20に、各導電層E i部に対応するパターンニングをしてエッチングにより、薄い支持

基板部61を形成する。(この薄い支持基板部61の厚さは、エッチング時間を制御することにより形成される。

- ④感光性ガラスによりエッチングでノズル、インク加圧室、インク供給部等を形成したインク流路形成体25を各インク加圧室が各導電層E<sub>i</sub>に対応する位置に機械的または接着等化学的手段により当接する。

#### 例2

この例は、第26図及び第27図に示すように(ただし、第27図は第26図のD部詳細図)、導電層21に対応する一部を空洞にしたり、或いは、第28図及び第29図に示すように(ただし、第29図は第28図のD部詳細図)、導電層21に対応する全部を空洞にしたもので、これによつて、圧電性高分子(PVDF)層が上下に振動する際の負荷を軽減できるようにし、これにより変位効率が上がり、そのため、①振動部の面積低減を計ることができ、より高密度化が可能となり、また、②面積を固定した場合は、駆動電圧の低減

を計ることができ、駆動回路の小型化が可能となるものである。

以下に、その製造方法の一例について説明する。

- ①ガラス、樹脂等の、非導電材料で基板20を形成する。
- ②該基板上に電極E<sub>i</sub>形成部、リード線形成部を残し、フォトリソ等でマスクングを行なう。
- ③A<sub>2</sub>の導電材を蒸着し、電極E<sub>i</sub>(導電層)21及びリード線(図示せず)を形成する。
- ④一軸低温延伸し分極処理を施して得たPVDFの圧電性フィルムを接着して、圧電性のPVDF層22を形成する。
- ⑤A<sub>2</sub>の導電材を蒸着等により導電層23を形成する。
- ⑥SiO<sub>2</sub>、SiN<sub>3</sub>等耐インク性のある物質でCVD法等により、保護層24を形成する。
- ⑦基板20に前記導電層21に対応する一部分又は全面に空洞部のパターンングをしてエッチングにより一部分空洞部(通気孔)62又は全面空洞部63を形成する。(なお、その際、基板

と導電層とはエッチング液が異なるよう材料を選択することにより、エッチングは導電層まで進行した時点で停止され、一部分空洞(通気孔)62または全面空洞63が形成される。

- ⑧感光性ガラスにエッチングでノズル、インク加圧室、インク供給部等を形成したインク流路形成体25を各インク加圧室が各導電層E<sub>i</sub>に対応する位置に、機械的または接着等化学的手段により当接する。

#### 効 果

以上の説明から明らかなように、本発明によると、電極層、圧電性高分子(PVDF)層、電極層、保護層の全てを一体的に微細加工できるので、量産性に優れ、かつ、低電圧で駆動可能な大規模集積化可能なインクジェットヘッドを提供することができる。また、本発明においては、保護層は圧電性高分子の片面にのみ設ければよいので、その分製造工程を減らすことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第12図は、本発明の第1の実施例

を説明するための図で、第1図は、インクジェットヘッドの要部断面図、第2図及び第3図は、本実施例の動作原理を説明するための線図、第4図乃至第8図は、それぞれ、弦の長さaに対する効率 $\eta$ と長さ $l$ の関係を印加電圧に対してプロットした図、第9図は、本実施例をマルチノズル化した場合の要部斜視図、第10図は、本実施例によるインクジェットヘッドの製造方法の一例を説明するための要部斜視図、第11図は、第10図のD部詳細図、第12図もまた、本実施例によりインクジェットヘッドの製造方法を説明するための図、第13図乃至第23図は、本発明の他の実施例を説明するための図で、第13図は、本実施例を説明するための要部断面図、第14図及び第15図は、本実施例の動作原理を説明するための線図、第16図乃至第19図は種々の中立線の長さcと効率 $\eta$ と長さ $l$ の積 $\eta l$ の関係を各印加電圧に対しプロットした図、第20図は本実施例をマルチノズル化した場合の要部斜視図、第21図は、第20図のD部詳細図、第22図及び第23図は、

それぞれ本実施例によりインクジェットヘッドの製造方法を説明するための図、第24図、第26図、28図は、それぞれ前記実施例の改良例を示す図で、第25図は、第24図のD部詳細図、第27図は、第26図のD部詳細図、第29は、第28図のD部詳細図である。

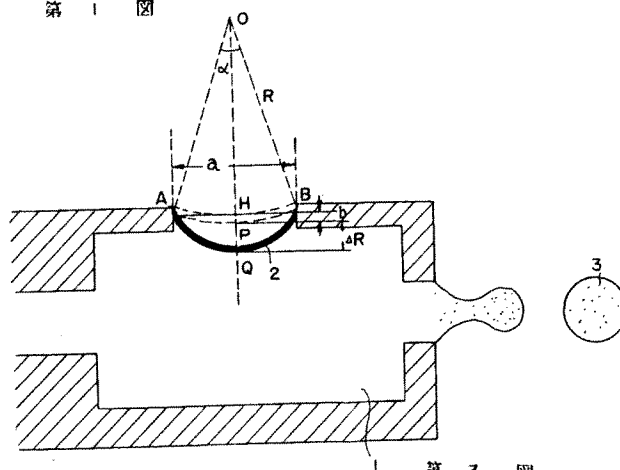
1…インク室、2、2'…圧電性高分子、3…インク滴、11…インク加圧室、12…インク噴射ノズル、13…インク供給部、20…基板、21…導電層(Ei)、22…圧電性高分子、23…導電層(Eg)、24…保護層、25…インク流路形成体、30、40…基板、31、42、52…圧電性高分子、32、41、45、51、54…導電層(Eg)、33、46、55…保護層、37、43、58…導電層(Ei)、36、48、57…インク流路形成体、61…薄い支持基板部、62…一部分空洞部、63…全面空洞部。

特許出願人 株式会社リコー

代理人 高野明近

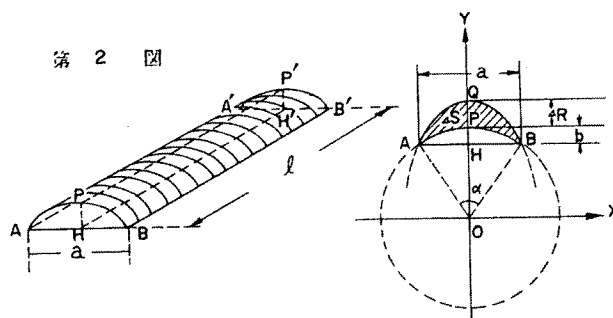


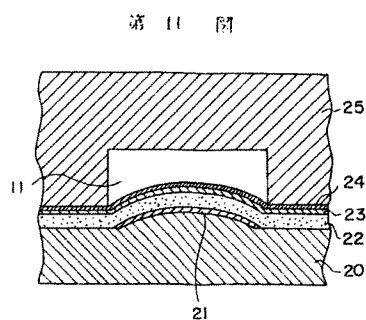
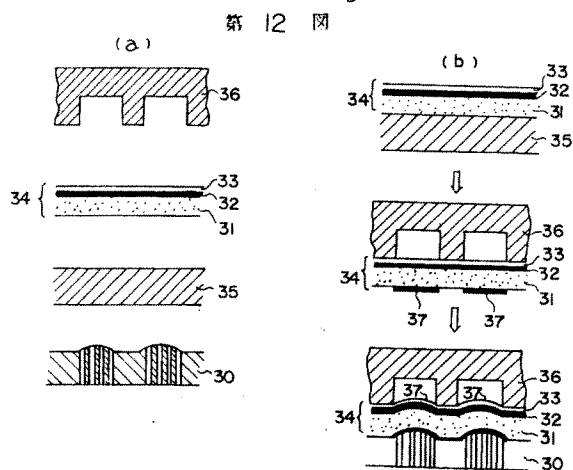
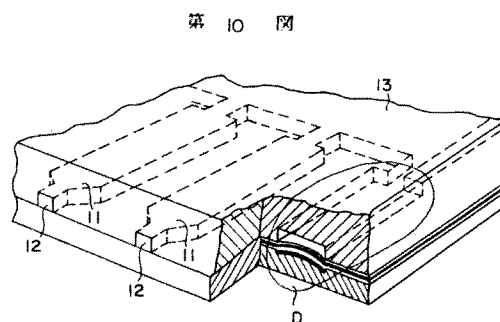
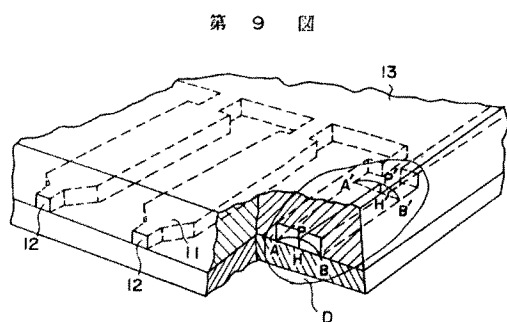
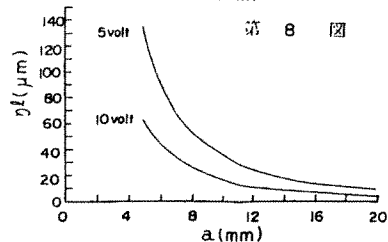
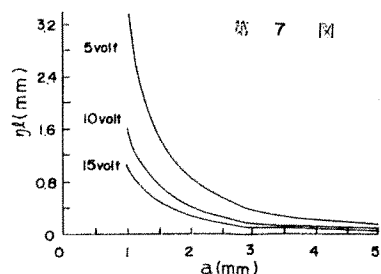
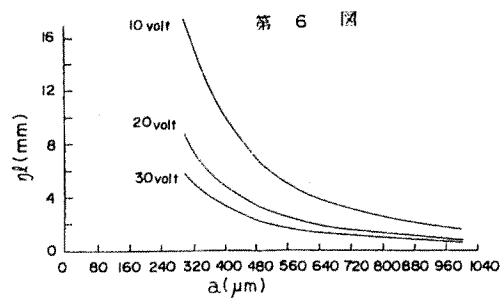
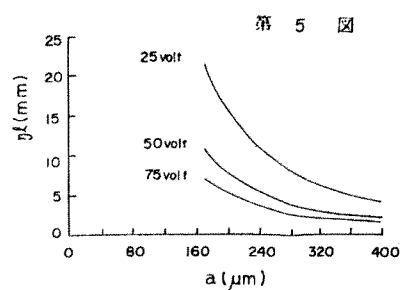
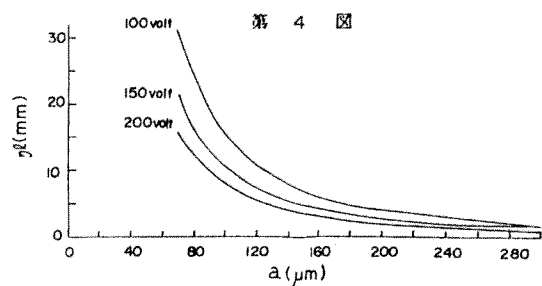
第1図



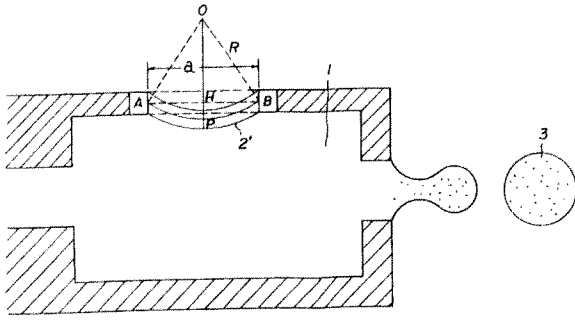
第3図

第2図



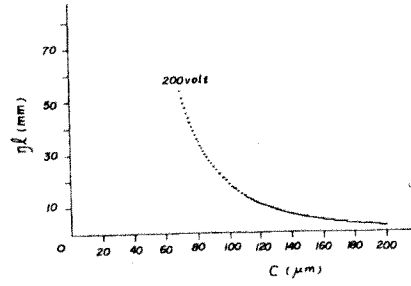


第 13 圖

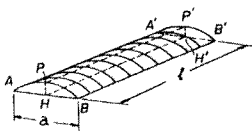


第 16 圖

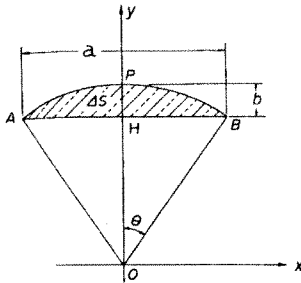
特開昭 60-38163 (12)



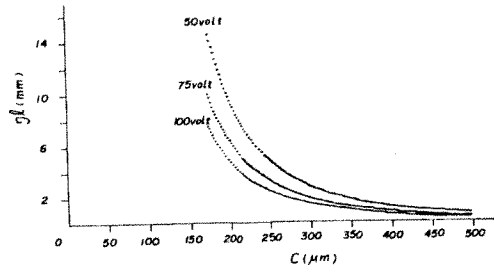
第 14 圖



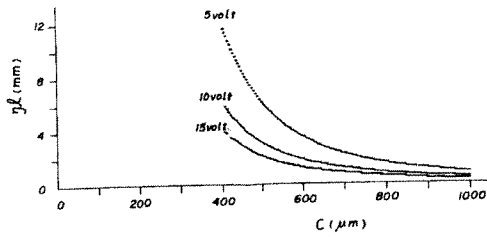
第 15 圖



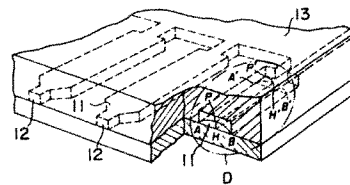
第 17 圖



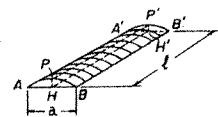
第 18 圖



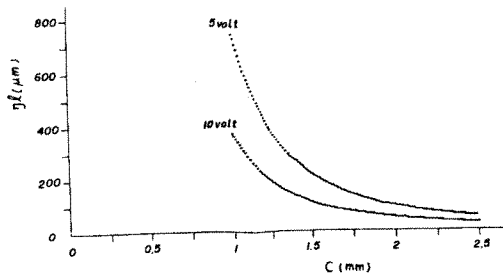
第 20 圖



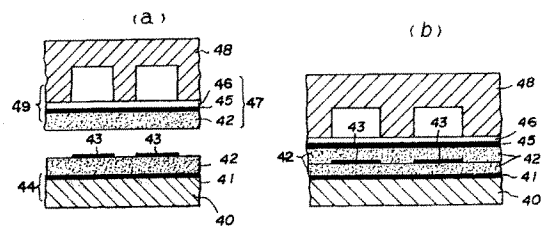
第 21 圖



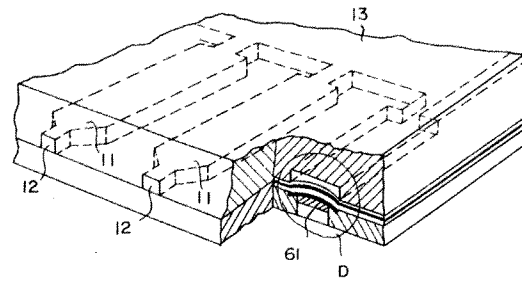
第 19 圖



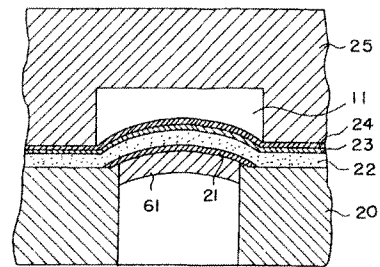
第 22 圖



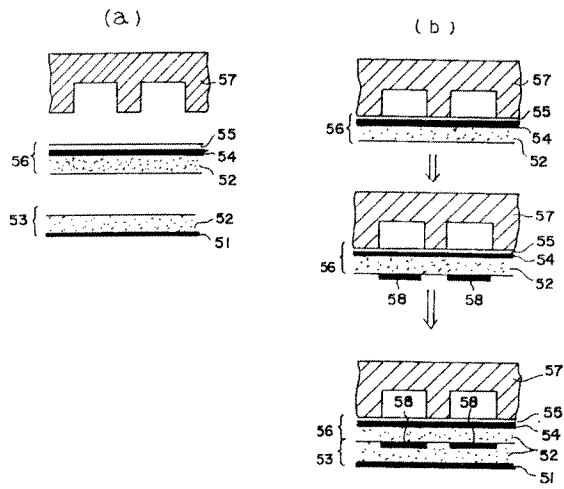
第 24 圖



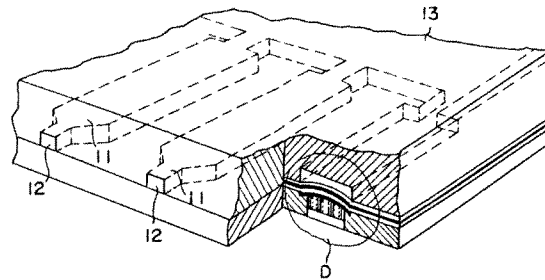
第 25 圖



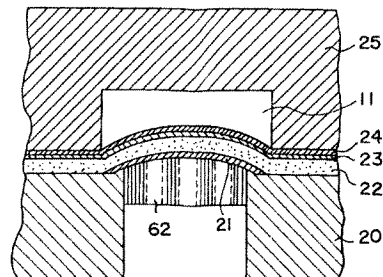
第 23 圖



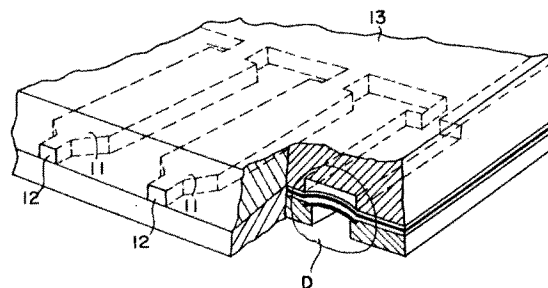
第 26 圖



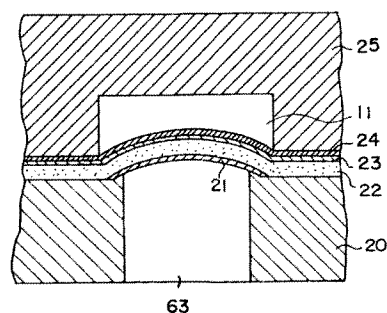
第 27 圖



第 28 図



第 29 図



手続補正書 (方式)

昭和58年12月12日

特許庁長官 若 杉 和 夫 殿

1. 事件の表示

昭和58年 特許願 第146867号

2. 発明の名称

インクジェットヘッド

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

オオタク ナカマゴメ

住 所 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名(名称) (674) 株式会社 リコー

代表者 浜 田 広

4. 代 理 人

住 所 〒231 横浜市中区不老町1-2-7

シヤトレイン横浜807号

電話045(681)2139番

氏 名 (7984) 弁理士 高 野 明 近

5. 補正命令の日付

昭和58年11月29日

6. 補正の対象

図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

明細書第35頁第5行目の「第29は、」を

「第29図は、」に補正する。

